

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL  
UNIDADE EM CACHOEIRA DO SUL  
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM AGRONOMIA**

**SUZANE CASTRO DA ROSA**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE PEÇAS PARA MÁQUINAS  
AGRÍCOLAS EM UMA INDÚSTRIA METAL MECÂNICA**

**CACHOEIRA DO SUL - RS**

**2023**

SUZANE CASTRO DA ROSA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE PEÇAS PARA MÁQUINAS  
AGRÍCOLAS EM UMA INDÚSTRIA METAL MECÂNICA**

Trabalho de Conclusão do Curso de  
Agronomia da Universidade Estadual do  
Rio Grande do Sul Unidade em Cachoeira  
do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Alberto E. Knies

Cachoeira do Sul - RS

2023

### Catálogo de Publicação na Fonte

R788a Rosa, Suzane Castro da.

Avaliação da qualidade de peças para máquinas agrícolas em uma indústria metal mecânica. / Suzane Castro da Rosa. – Cachoeira do Sul, 2023.

34 f. il.

Orientador: Prof. Dr. Alberto Eduardo Knies

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Bacharelado em Agronomia, Unidade em Cachoeira do Sul, 2023.

1. Helicoidais. 2. Qualidade. 3. Informação. 4. Desenho técnico. I. Knies, Alberto Eduardo. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Nídila Alonso Guimarães CRB 10/1903.

**SUZANE CASTRO DA ROSA**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE PEÇAS PARA MÁQUINAS  
AGRÍCOLAS EM UMA INDÚSTRIA METAL MECÂNICA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como requisito parcial para  
obtenção de título de Bacharel em Agronomia  
na Universidade Estadual do Rio Grande do  
Sul.

Orientador: Prof. Dr. Alberto Eduardo Knies

Aprovada em: 14 / 12 / 2023

**BANCA EXAMINADORA:**



---

Orientador: Prof. Dr. Alberto Eduardo Knies  
Uergs Unidade em Cachoeira do Sul



---

Prof. Dr. Benjamin Dias Osório Filho  
Uergs Unidade em Cachoeira do Sul



---

Engenheiro Mecânico Giovani da Silva  
MBA em Gestão Empresarial

# **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE PEÇAS PARA MÁQUINAS AGRÍCOLAS EM UMA INDÚSTRIA METAL MECÂNICA**

Estudante: Suzane Castro da Rosa

Orientador: Prof. Dr. Alberto Eduardo Knies

## **RESUMO**

Existe uma grande preocupação por parte das empresas produtoras de peças para máquinas agrícolas quanto à qualidade de seus produtos, para que estas possam se inserir de forma competitiva no mercado. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade de peças produzidas para máquinas agrícolas e as informações disponibilizadas para a realização das atividades em uma indústria metalmeccânica. Para realizar esta análise foram utilizadas ferramentas de controle de qualidade, o processo investigação se deu início nos desenhos técnicos das mesmas, que foram verificados de forma crítica para identificar se estes estavam com todas as informações dispostas de maneira acessível para o operador. Posteriormente foi realizada a medição de cotas críticas de montagem, como a distância do final do eixo até o início da rosca sem fim, diâmetro externo e passo da rosca, com a utilização de equipamentos de medição, como régua, trena, paquímetro, altímetro e nível. A verificação das peças levou a várias possíveis causas dos problemas encontrados nas mesmas, dentre elas foi destacado a incoerência e falta de informações contidas no desenho técnico da peça, disponibilizado para as linhas de solda, que nos remete que os erros mais significativos e recorrentes ocorridos, são devido a qualidade de informação acessíveis para o operador realizar a fabricação das mesmas. Portanto, foi possível identificar que os problemas persistentes estão relacionados a disponibilidade e eficácia de dados para a realização da atividade, o que nos remete a importância da comunicação e qualidade de informação para que a empresa possa atender de forma clara os requisitos dos cliente, se inserindo de forma eficaz no mercado competitivo.

**Palavras-chave:** Helicoidais. Qualidade. Informação. Desenho técnico.

# ASSESSMENT OF THE QUALITY OF PARTS FOR AGRICULTURAL MACHINERY IN A METAL MECHANICAL INDUSTRY

Student: Suzane Castro da Rosa

Advisor: Prof. Dr. Alberto Eduardo Knies

## ABSTRACT

There is great concern on the part of companies that produce parts for agricultural machinery regarding the quality of their products, so that they can enter the market competitively. The objective of this work was to evaluate the quality of parts produced for agricultural machinery and the information available to carry out activities in a metal-mechanical industry. To carry out this analysis, quality control tools were used. The investigation process began with their technical drawings, which were critically checked to identify whether they had all the information available in an accessible manner for the operator. Subsequently, critical assembly dimensions were measured, such as the distance from the end of the shaft to the beginning of the worm thread, external diameter and thread pitch, using measuring equipment such as a ruler, measuring tape, caliper, altimeter and level. Checking the parts led to several possible causes of the problems found in them, among which was highlighted the inconsistency and lack of information contained in the technical drawing of the part, made available for the welding lines, which leads us to the most significant and recurring errors that occurred, are due to the quality of information accessible to the operator to manufacture them. Therefore, it was possible to identify that the persistent problems are related to the availability and effectiveness of data to carry out the activity, which reminds us of the importance of communication and quality of information so that the company can clearly meet customer requirements, if effectively entering the competitive market.

**Keywords:** Helicals. Quality. Information. Technical drawing.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Ciclo PDCA.....	10
Figura 2 - Diagrama de Ishikawa.....	12
Figura 3 - Exemplo de utilização do “Método dos Cinco Porquês”.....	13
Figura 4 - Rosca helicoidal transportadora.....	15
Figura 5 - Vista lateral da peça PÇ01.....	16
Figura 6 - Vista lateral da peça PÇ02.....	16
Figura 7 - Vista lateral da peça PÇ03.....	16
Figura 8 - Medida da ala para obtenção do diâmetro externo da rosca. ....	17
Figura 9 - Medida do início do eixo até a rosca sem fim. ....	17
Figura 10 - Medida da bucha ao início da rosca sem fim. ....	18
Figura 11 - Medida da ponta do eixo até a bucha. ....	18
Figura 12 - Quantidade de peças em não conformidade (NC) e percentual representativo utilizando o Diagrama de Pareto. ....	19
Figura 13 - Causas de falhas mais encontradas em peças PÇ02 e percentual representativo utilizando o Diagrama de Pareto.. ....	20
Figura 14 - Causas de falhas mais encontradas em peças PÇ03 e percentual representativo utilizando o Diagrama de Pareto. ....	21
Figura 15 - Modos de falhas na fabricação da peça PÇ01 e percentual representativo utilizando o Diagrama de Pareto. ....	21
Figura 16 - Gabarito usado para garantir a cota e local onde ela é localizada na peça PÇ01. ....	24
Figura 17 – Análise “Espinha de Peixe” baseada nos principais problemas encontrados. ....	25

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Resultados encontrados ao realizar a análise das peças PÇ01, PÇ02, PÇ03. ....	23
Quadro 2 - Método dos 5 porquês” aplicado aos problemas presentes no desenho técnico. ....	26

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>6</b>
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>8</b>
2.1 IMPORTÂNCIA DA QUALIDADE EM PEÇAS PARA MÁQUINAS AGRÍCOLAS .....	8
2.2 METODOLOGIAS DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NA FABRICAÇÃO DE PEÇAS.....	9
2.2.1 Ciclo PDCA.....	9
2.2.2 Diagrama de Pareto.....	10
2.2.3 Diagrama de Ishikawa (Espinha de Peixe).....	11
2.2.4 Cinco Porquês.....	12
<b>3. OBJETIVOS.....</b>	<b>14</b>
3.1 OBJETIVO GERAL.....	14
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	14
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>15</b>
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>19</b>
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>27</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>28</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente com a evolução dos mercados de fornecimento e fabricação de peças para maquinários da área agrícola, as empresas fabricantes de peças têm priorizado a inserção de forma eficaz nos negócios, através da qualidade e eficácia de seus serviços, com o objetivo de satisfazer as especificações estabelecidas pelos clientes. A qualidade é uma variável de extrema importância no contexto de mercado altamente competitivo, sendo tratada por diversos autores como a habilidade de um fabricante específico em atender às demandas e requisitos do seu público-alvo.

Conforme Lobo (2020), é essencial estabelecer no plano estratégico os objetivos de qualidade almejados, mantendo em mente incessantemente que as organizações se distinguem predominantemente pela excelência dos produtos ou serviços oferecidos e em sua capacidade de suprir completamente as necessidades e expectativas dos consumidores.

Muito se tem discutido, recentemente, acerca de qualidade de produtos, tratando-se de uma preocupação de fornecedores e clientes de forma geral, pois a mesma interfere diretamente na posição de mercado com relação a preferência dos recebedores e agregação de valor (VIEIRA et al, 2011).

A qualidade vem sendo reconhecida desde tempos antigos, quando os fabricantes passaram a definir padrões a fim de assegurar a excelência de seus produtos, mas quando partimos para o ramo formal, a mesma passou a se tornar relevante e ser estudada no século XX, devido aos processos de industrialização. Em 1920 Walter A. Shewhart um engenheiro e estatístico do EUA, começou a forjar o início de um novo ciclo, através da ideia de que melhoria de forma contínua e o controle de processos afetaria e controlaria diretamente a qualidade de um objeto. Já em 1930 W. Edwards Deming passou a realizar a aplicação do preceito de controle estatístico voltado a qualidade no Japão, o país se reconstruiu após a Segunda Guerra Mundial, os mesmos procuraram trabalhar com enfoque em melhorar a qualidade de produtos fabricados, sendo os conceitos de Deming largamente aceitos (VIEIRA et al, 2011).

Ainda no século XX passaram a surgir avanços voltados a gestão da qualidade, podendo ser baseados em normas de ampla abordagem e internacionalmente

usadas, como a ISO 9001. As mesmas são caracterizadas por estabelecer requisitos para o Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) de uma determinada instituição (FERREIRA, 2007).

A qualidade não é algo que possa ser trabalhada individualmente e sim de forma conjunta, a mesma precisa ser aplicada e trabalhada com comprometimento e bem administrada, sendo que o responsável pela liderança da mesma deve desempenhar a função de modo a buscar o sucesso (OAKLAND, 1994).

Na maioria das instituições, independentemente da sua natureza, existe um reduzido número de indivíduos que ainda não estão convencidos de que a qualidade representa a mais importante arma competitiva. Para reforçar tal convicção, basta analisar a abordagem adotada por determinadas organizações, inclusive por setores inteiros da indústria em certos países, que utilizaram a qualidade como meio de superar os seus concorrentes. É importante destacar que não são apenas as empresas japonesas que têm empregado estrategicamente a qualidade com o intuito de obter clientes, vantagens em recursos e financiamentos empresariais, e garantir a sua competitividade. Organizações provenientes de países como Reino Unido, Estados Unidos, França, Alemanha, Itália, Espanha, Suíça, Suécia, entre outros, também têm se utilizado desta estratégia com êxito (OAKLAND, 1994).

A satisfação do cliente e a qualidade de um produto estão intrinsecamente relacionadas, pois a maioria dos contratemplos enfrentados por uma instituição, seja ela de qualquer natureza, têm raízes no sistema em si e não na atuação do operador. (CARDOZO et al., 2013).

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 IMPORTÂNCIA DA QUALIDADE EM PEÇAS PARA MÁQUINAS AGRÍCOLAS

A medição da qualidade dos serviços representa um desafio complexo, uma vez que a satisfação dos clientes é determinada por uma série de fatores intangíveis. Ao contrário de produtos que podem ser mensurados objetivamente através de suas características físicas, a qualidade em serviços envolve diversas características psicológicas. Essa avaliação é particularmente significativa para a prestação de serviços, uma vez que estes são intangíveis. A formação das expectativas do cliente antes da compra é baseada em informações comunicadas aos consumidores e não necessariamente em uma imagem real (PIZONI, ANDRESSA et al, 2013 *apud* FITZSIMMONS, 2010).

A rivalidade das empresas que fabricam e montam maquinários agrícolas, se dá por meio da busca pela singularidade e inovação de produtos, por meio de altos investimentos em pesquisa e desenvolvimento para a concepção de novos modelos e designs, cortes nos preços e amplificação da qualidade, com o objetivo de satisfazer as distintas categorias de consumidores por níveis de renda e preferências (VIAN et al. 2013).

A advento das máquinas e implementações agrícolas durante o século XIX viabilizou incrementos substanciais na produtividade e no trabalho no setor agrário, promovendo uma transformação definitiva no curso das técnicas de produção e impulsionando a disponibilidade mundial de produtos agrícolas. Contudo, de forma concomitante, esse processo também acarretou uma redução significativa na demanda de mão de obra para as atividades agrícolas (VIAN et al. 2013).

A qualidade tem sido estudada como uma das mais importantes formas de competição, de fixar um espaço no mercado, atendendo as expectativas e especificações do cliente (OAKLAND, 1994).

Segundo Neto (2001), a Qualidade Total é definida essencialmente como uma ideia de origem americana que se estabeleceu primeiramente no Japão, posterior a Segunda Guerra Mundial, tratando-se de uma forma de administração que visa melhoria contínua de processos. Os autores Philip B, Crosby, Juran J. M. e William

Edward Deming foram os principais criadores e disseminadores deste conceito. Na sequência, as organizações começaram a aderir a este método, que passou a ser reconhecido como Controle de Qualidade Total (TQM), o mesmo engloba várias maneiras para atender e coordenar os processos de uma empresa, através de ferramentas, programas e metodologias diversas. Esse modelo de gestão busca a participação de todos presentes na organização a fim de atender os requisitos e buscar a satisfação de clientes internos e externos da mesma, através do uso de táticas conjuntas que irão contribuir para um progresso constante (NETO; SILVA, 2001).

## 2.2 METODOLOGIAS DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NA FABRICAÇÃO DE PEÇAS

### 2.2.1 Ciclo PDCA

Criado pelo americano Walter Andrew Shewhart em 1939, onde apresentava apenas 3 passos consistindo em (especificação, produção e inspeção), posteriormente foi aprimorado e disseminado por Deming em 1950 com a adição de mais uma etapa (Especificação, produção, inserir no mercado e remontar), e após adaptações do decorrer dos anos originou o método que atualmente é comumente usado na identificação e resolução de problemas o PDCA Plan (Planejar) – Do (Fazer) – Check (Verificar) – Action (Agir) (ZUCARELI; CAVALCANTI, 2022).

Conforme elucidado por Zucareli & Calvancanti (2022), a efetivação de um desempenho satisfatório requer a aderência a parâmetros, procedimentos e práticas do ciclo PDCA de maneira sistêmica, com vistas a viabilizar a introdução de novas iniciativas caso o resultado obtido no término do ciclo se mostre aquém das expectativas.

Segundo Deming (1990), o método consiste em 4 etapas:

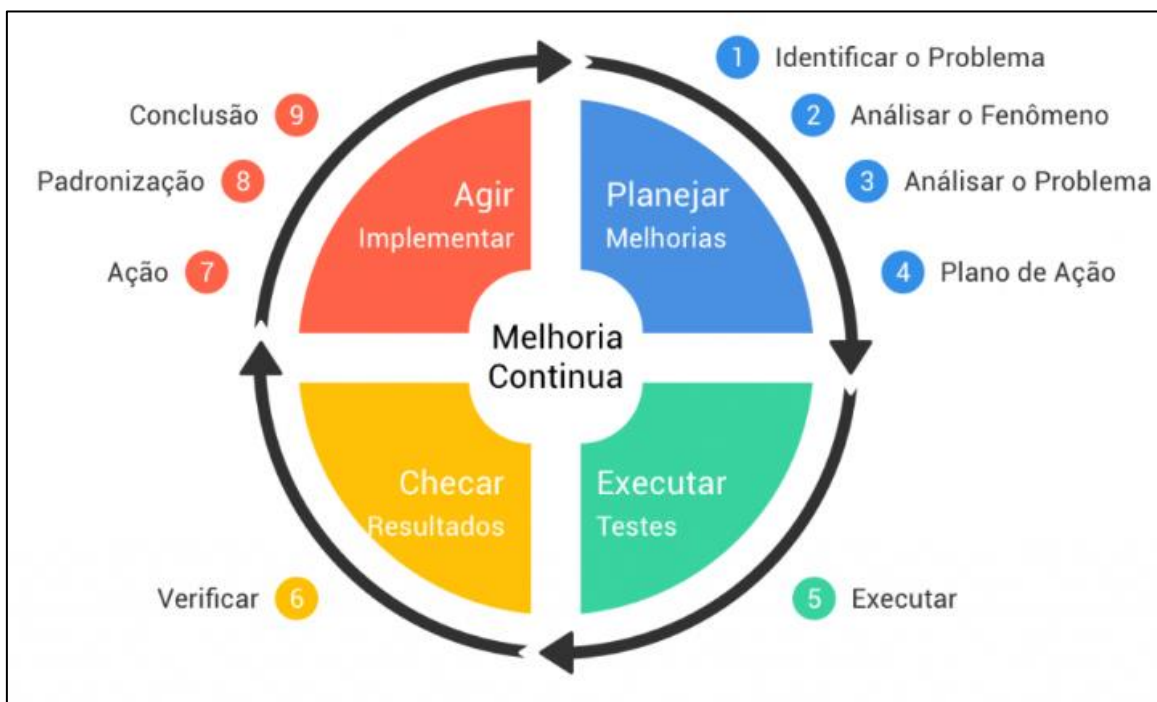
1 Planejar (PLAN) – Definição de metas e objetivos, e planejamento para chegar aos resultados esperados.

2 Fazer (DO) – Elucidar as metas e planos, de maneira que os indivíduos presentes no grupo compreendam, e que haja consentimento por parte dos mesmos como sugerido.

3 Verificar (CHECK) – Verificar através de dados se os resultados alcançados estão de acordo com o objetivo, no decorrer e ao final da ação.

4 Agir (ACTION) – Se na etapa de verificação os dados estão sendo positivos estabelecer o padrão e aplicá-lo na forma de produzir (figura 1).

Figura 1 - Ciclo PDCA.



Fonte: Carvalho, (2020).

### 2.2.2 Diagrama de Pareto

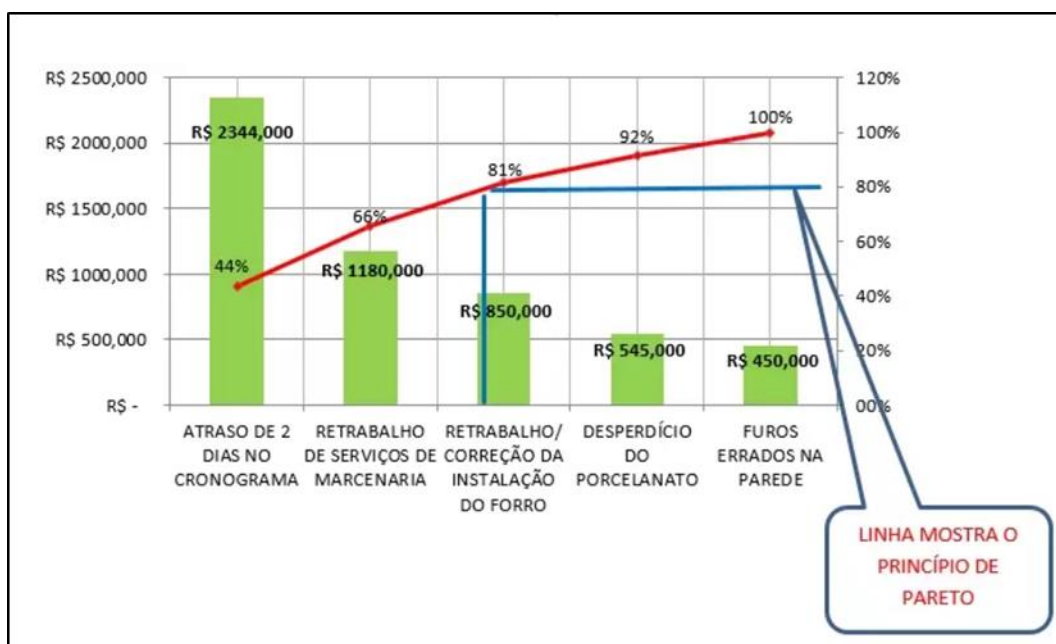
O Princípio de Pareto foi criado no século XIX pelo economista italiano Vilfredo Pareto, que criou método e realizou estudos referentes a discrepâncias relacionadas a distribuição de renda no país, o mesmo constatou que 20% dos cidadãos possuíam 80% do capital produzido, originando a conhecida como “relação 80/20” (SALES, 2013).

Posteriormente Joseph J. M., realizou adaptações no método e o mesmo se tornou uma ferramenta de qualidade conhecida como Diagrama de Pareto, que atualmente é utilizada para análises de relevância de cada problema ocorrido, sendo possível identificar os que possuem maior impacto, dessa forma subentende-se que

20% das causas de uma determinada falha, resolvem 80% dos problemas (SALES, 2013).

De acordo com Sales (2013), a análise de Pareto é uma abordagem utilizada para classificar e distinguir quais elementos de um problema são considerados vitais e quais são triviais. Através da utilização de um gráfico de Pareto, é possível visualmente identificar os aspectos relevantes e insignificantes de um problema, permitindo que uma equipe direcione seus esforços de maneira mais eficiente para melhorias. É importante salientar que a redução dos problemas mais significativos, representados como as barras mais longas no gráfico de Pareto, terá um impacto maior na melhoria geral do que a redução dos problemas menos relevantes.

Figura 2 - Diagrama de Pareto.



Fonte: Setilik, (2015),

### 2.2.3 Diagrama de Ishikawa (Espinha de Peixe)

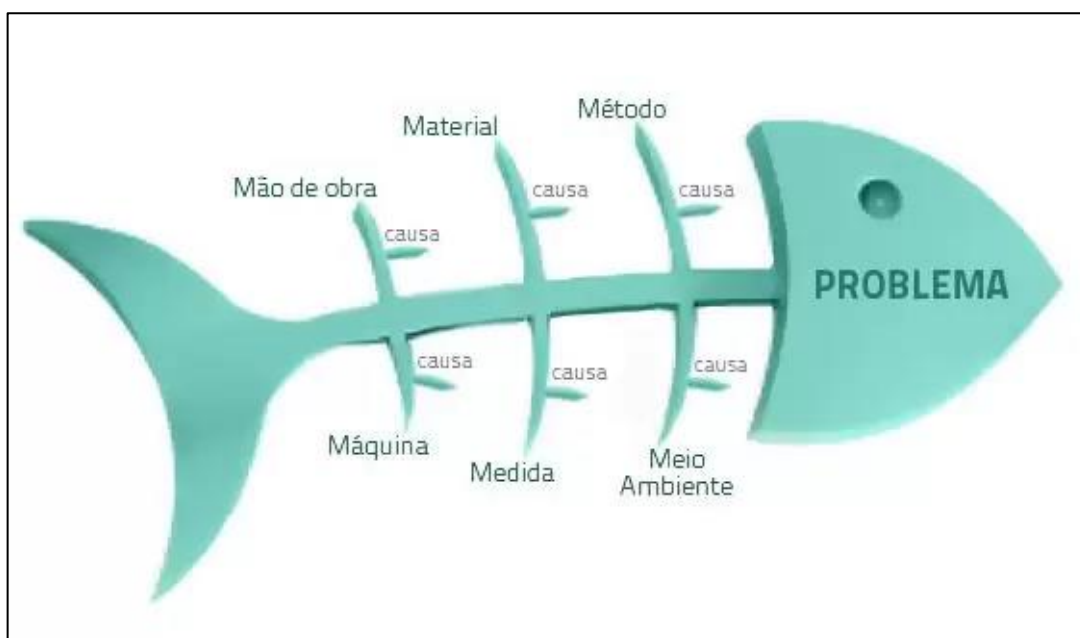
O Diagrama de Ishikawa, Espinha de Peixe, ou Diagrama de Causa e Efeito tem por objetivo identificar possíveis causas para um determinado problema, correlacionando as mesmas com diferentes fatores (CARPINETTI, 2012).

Através desse método é possível identificar com a aplicação de um esquema, motivos que podem ocasionar em um determinado empecilho, podendo o mesmo ser criado partindo de alguns conceitos: como definição do problema, as possíveis razões

de sua ocorrência, sendo que estas mesmas podem ser agrupadas no que se conhece por 6M, onde as mesmas são, mão-de-obra, material, método, máquina, medida e meio ambiente, se faz averiguação das principais causas, e realiza-se a reparação do problema (JUNIOR, CELSO, 2010 *apud* MIGUEL, 2006).

Em essência, a obtenção do diagrama é o produto de um processo de brainstorming, que consiste na livre expressão democrática de pensamentos e ideias por parte dos membros de um grupo de discussão. O diagrama, por sua vez, atua como um instrumento de coleta e representação de dados e informações (JUNIOR, CELSO, 2010 *apud* MIGUEL, 2006).

**Figura 2 - Diagrama de Ishikawa.**



Fonte: Ávila, (2015).

#### **2.2.4 Cinco Porquês**

Desenvolvido por japoneses o método dos 5 porquês é um método simples para chegar à causa raiz de um determinado problema, podendo o número de porquês utilizadas variar, de forma a se adequar em diferentes situações, consiste basicamente em 5 etapas:

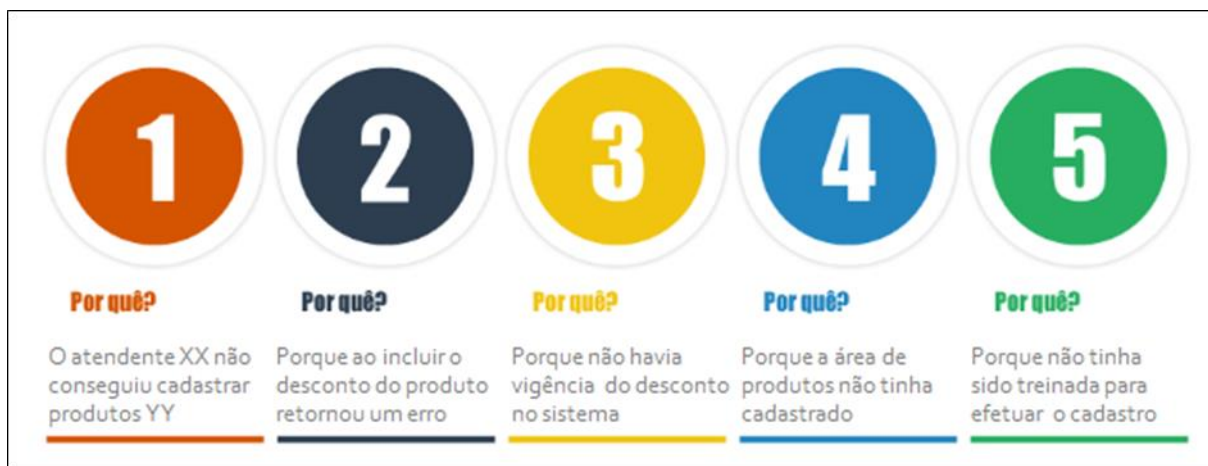
- 1 – Entenda o problema a ser tratado;
- 2 – Questione por que a afirmativa citada anteriormente é verdadeira;

3 – Para a resolução e a explicação do por que confirmado anteriormente, questione de novo por quê;

4 – De continuidade ao processo até que não seja mais possível realiza-lo;

5 – Quando os retornos das perguntas por quês chegarem ao fim, se localizou a causa raiz (BORBA et al., 2021, *apud* WEISS, 2011).

Figura 3 - Exemplo de utilização do “Método dos Cinco Porquês”.



Fonte: Matsumota, (2018).

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho foi avaliar a qualidade de peças produzidas para máquinas agrícolas e as informações disponibilizadas para a realização da atividade em uma indústria metalmecânica.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Realizar levantamento de dados utilizando ferramentas de análise de qualidade como o Diagrama de Pareto.

Avaliar a qualidade de peças produzidas de acordo com o disposto no desenho técnico.

Realizar análise crítica do desenho técnico e solicitar a correção caso necessário, a fim de garantir que o mesmo apresente de forma clara as informações para o desenvolvimento das atividades.

Examinar gabaritos disponibilizados para a montagem e se os mesmos atendem as especificações dimensionais da peça.

Fazer o uso de ferramentas da qualidade como, Diagrama de Espinha de Peixe e método dos 5 porquês, para identificar possíveis causas dos problemas encontrados nas peças.

Indicar possíveis soluções aos problemas encontrados, de forma a garantir a qualidade das peças produzidas.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho de pesquisa foi realizado em uma indústria metalmeccânica localizada no município de Cachoeira do Sul - RS. Foram analisadas 3 peças, conhecidas como helicoides ou sem fins (figura 4), que realizam o deslocamento de grãos, através da rotação, sendo geralmente utilizadas em colhedoras e caretas graneleiras, entre outros equipamentos.

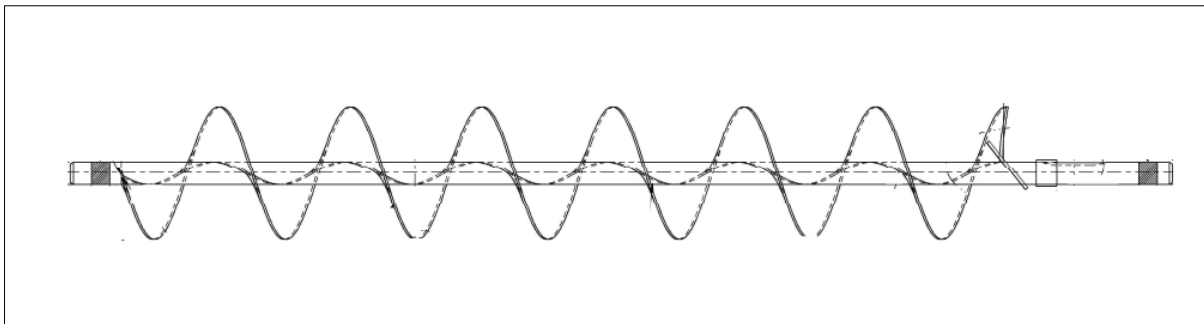
Figura 4 - Rosca helicoidal transportadora.



Fonte: Santos et al (2018).

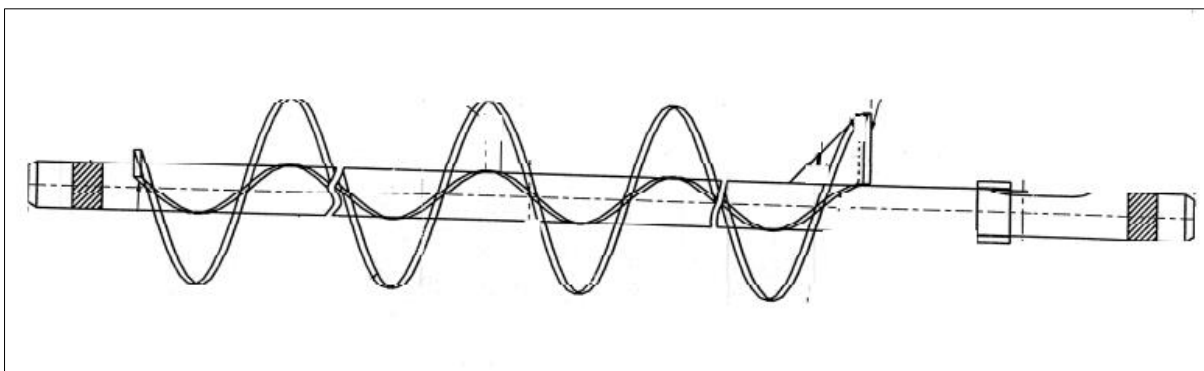
A coleta de dados foi realizada no período de janeiro a novembro de 2023. As peças analisadas serão representadas no decorrer do estudo pelas siglas PÇ1, PÇ2 e PÇ3 (figuras 5; 6 e 7). Estas peças serão analisadas com a utilização de equipamentos de medição (paquímetro, régua e trena), e avaliadas conforme especificações disponíveis, a fim de definir se atendem as características desejadas e pré-estabelecidas de dimensional e solda previstas no projeto. As vistas laterais das mesmas estão representadas nas figuras a seguir.

Figura 5 - Vista lateral da peça PÇ01.



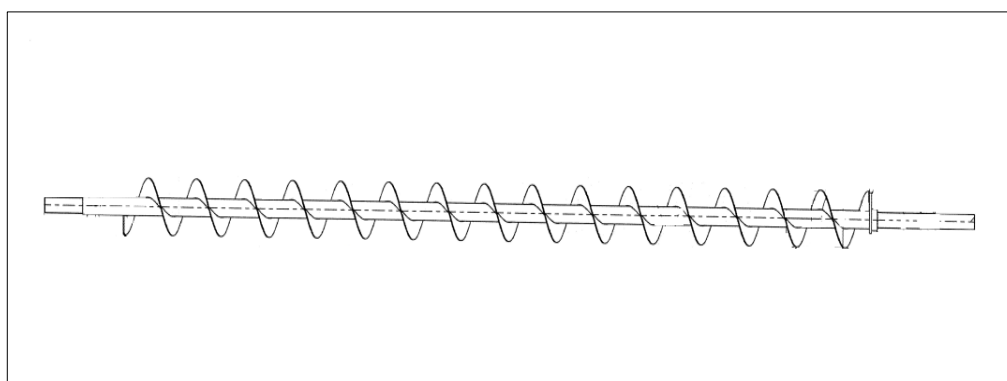
Fonte: Autora, (2023).

Figura 6 - Vista lateral da peça PÇ02.



Fonte: Autora, (2023).

Figura 7 - Vista lateral da peça PÇ03.



Fonte: Autora (2023).

Primeiramente será realizada uma análise crítica do desenho técnico, a fim de reconhecer problemas que prejudiquem a interpretação do mesmo, como cotas mal planejadas, notas e informações relevantes incompletas, simbologia de solda e acabamento, a fim de identificar se os mesmos estavam de forma clara e de fácil

interpretação para o operador das linhas de solda. Os gabaritos usados para a montagem das mesmas também foram avaliados, para verificar se os mesmos estão atendendo as cotas críticas, normas estabelecidas e dispostas no desenho técnico.

As peças foram analisadas após a realização de todas as etapas de produção, onde foram verificadas cotas críticas de montagem, sendo o diâmetro externo através da ala com a utilização de um altímetro (figura 8), distância do início do eixo até a rosca sem fim (figura 9) e da bucha ao sem fim (figura 10), com o uso de um nível, régua e paquímetro, Medida da ponta do eixo até a bucha (figura 11), passo da rosca utilizando uma trena e, por fim, a análise crítica da solda manual da peça. As imagens a seguir mostram a forma como cada coleta dimensional foi realizada.

Figura 8 - Medida da ala para obtenção do diâmetro externo da rosca.



Fonte: Autora, (2023).

Figura 9 - Medida do início do eixo até a rosca sem fim.



Fonte: Autora (2023).

Figura 10 - Medida da bucha ao início da rosca sem fim.



Fonte: Autora, (2023).

Figura 11 - Medida da ponta do eixo até a bucha.



Fonte: Autora, (2023).

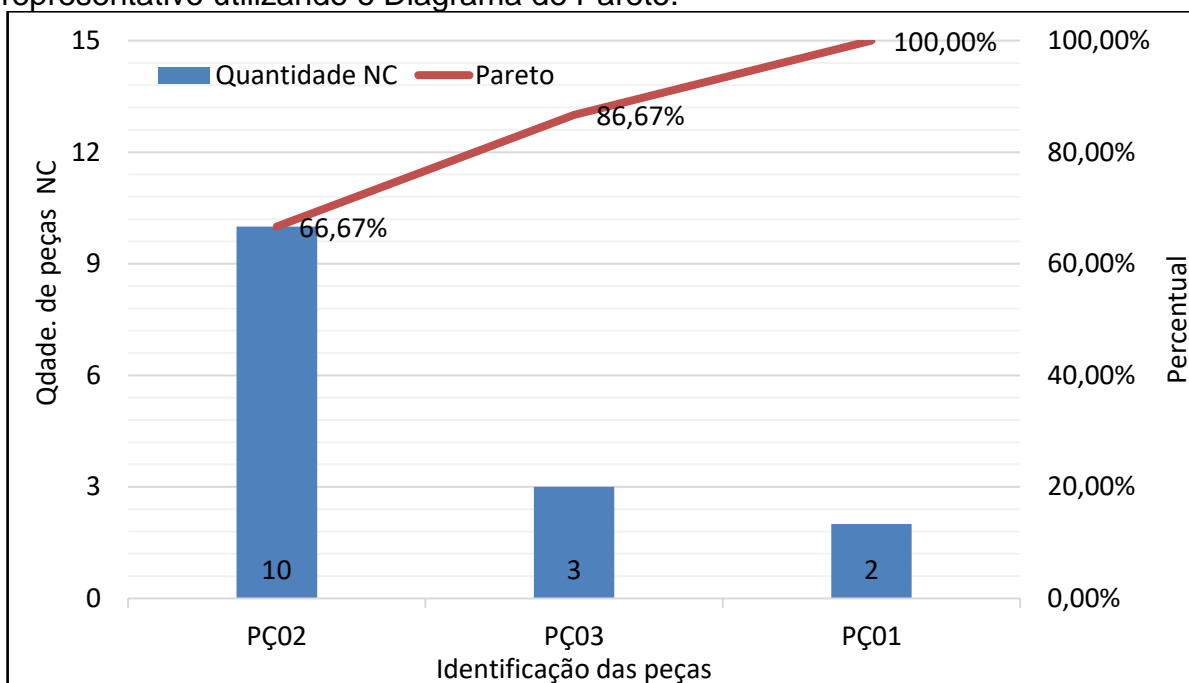
Os problemas identificados nas peças foram avaliados com a aplicação de algumas ferramentas de controle de qualidade, e após a identificação dos fatores geradores do problema, serão apontadas possíveis resoluções.

Entre as ferramentas de controle de qualidade, será utilizado o “Diagrama de Pareto”, que será elaborado com a projeção de dados de um ano anterior, para identificar o item que mais possui inconformidades, assim como o principal defeito encontrado. Também, será utilizado o “Diagrama de Espinha de Peixe” para avaliar as possíveis causas do problema, e o método dos “5 Porquês” para definir a causa raiz, de forma a abranger o problema de maneira ampla e propor possíveis soluções para o mesmo.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Primeiramente buscou-se realizar o levantamento de informações através do sistema utilizado pela empresa para registros de peças que apresentaram defeitos, a partir do qual foi gerada a figura 12, utilizando o método de Diagrama de Pareto, a fim de determinar quais peças apresentavam uma quantidade maior de defeitos e quais eram as principais causas das falha encontradas.

Figura 12 - Quantidade de peças em não conformidade (NC) e percentual representativo utilizando o Diagrama de Pareto.

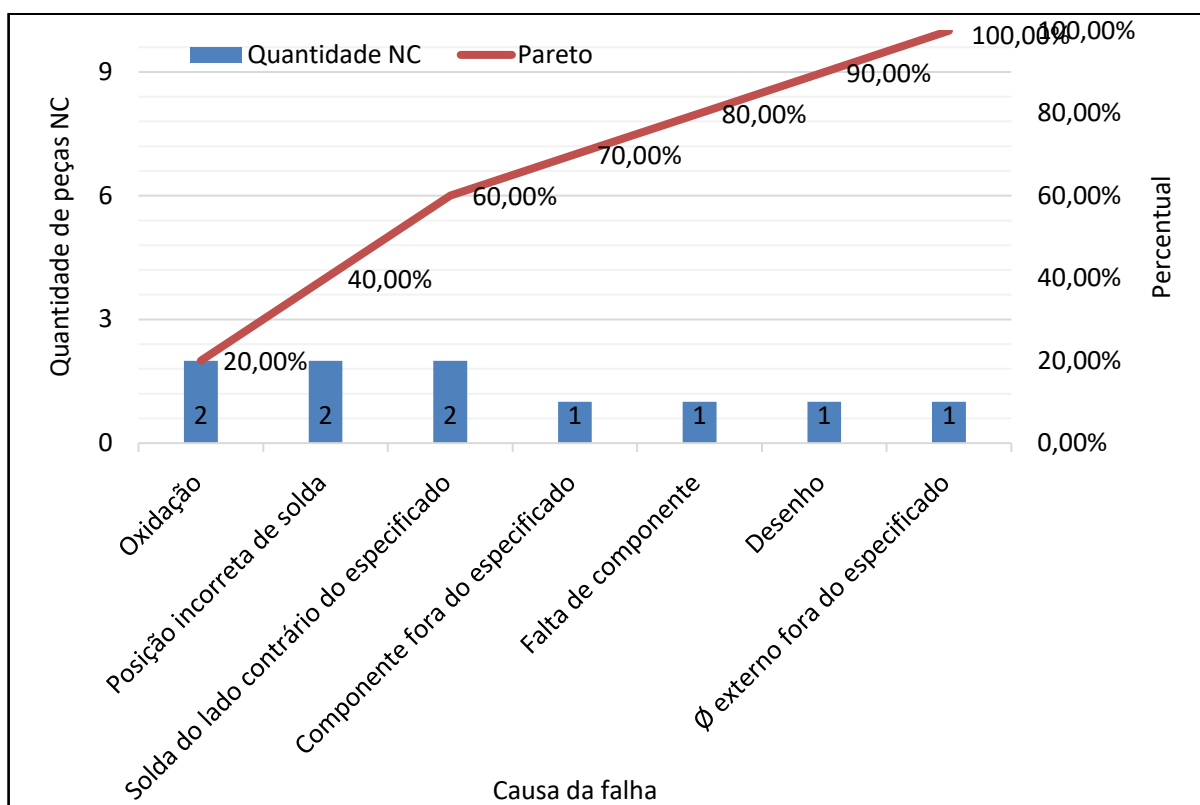


Fonte: Autora (2023).

É possível notar que a peça PÇ02 apresentou uma maior quantidade de peças NC se comparado as demais, representando um percentual superior a 66,67% do total de peças que apresentaram defeitos. Enquanto que, as peças PÇ03 e PÇ01 apresentaram em conjunto 33,33% de peças que representaram algum modo de falha. Com este método podemos identificar a peça chave, que neste caso seria a PÇ02, na qual se os problemas forem resolvidos irá ocorrer a diminuição do índice de não conformidades em mais de 66%, dessa forma podemos realizar a priorização dos problemas.

Na análise realizada das causas de falha da peça PÇ02 (figura 13) podemos notar a ocorrência em maior quantidade de defeitos relacionados a peças oxidadas, posição incorreta da solda e a mesma do lado contrário ao especificado pelo desenho.

Figura 13 - Causas de falhas mais encontradas em peças PÇ02 e percentual representativo utilizando o Diagrama de Pareto..



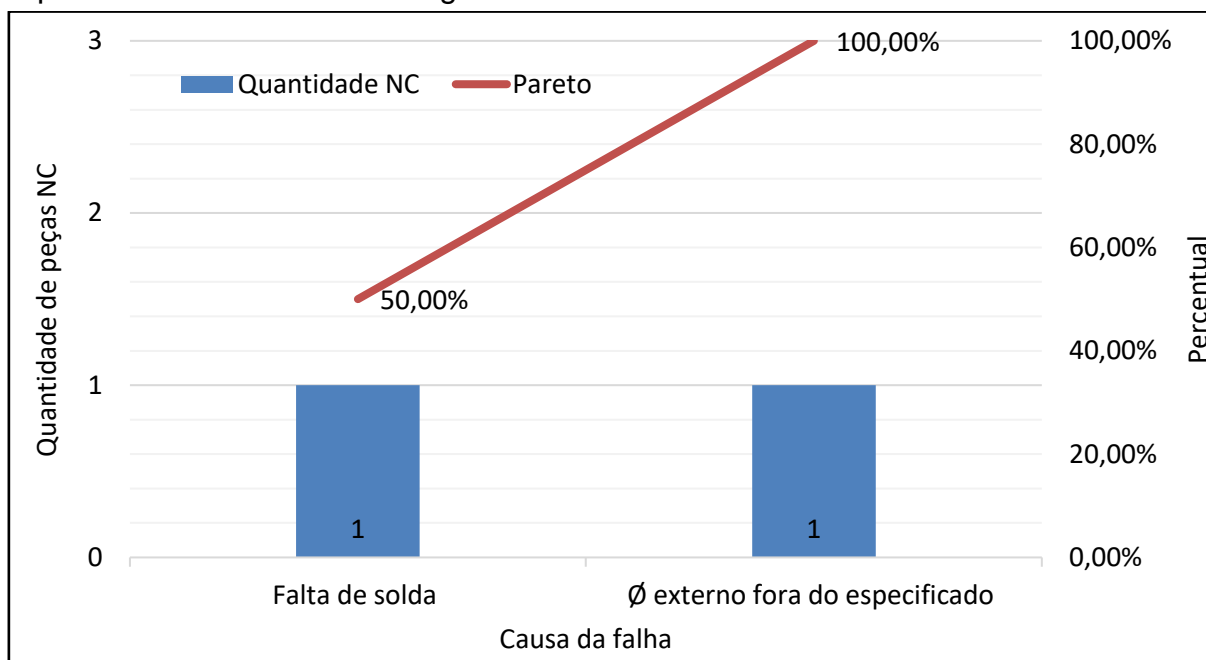
Fonte: Autora, (2023).

Na PÇ03 as principais causas de falhas são semelhantes aos encontrados na PÇ02 (figura 14), sendo eles oxidação, falta de solda e a mesma em posição incorreta quando comparada ao desenho.

Os elementos metálicos apresentam a propriedade intrínseca de reverter ao seu estado de maior estabilidade, que é o estado natural, através da formação de compostos de óxido. Esse fenômeno, denominado oxidação, engloba a perda de elétrons por parte do material metálico em questão (SOUZA *aput* RIBEIRO, 2014).

O tratamento do modo de falha de peças oxidadas requer uma abordagem imediata, através da implementação de retrabalho nas mesmas. O surgimento desse problema pode ser atribuído principalmente à inadequada armazenagem dessas peças, devido à grande demanda e ao alto volume de produção e estoque.

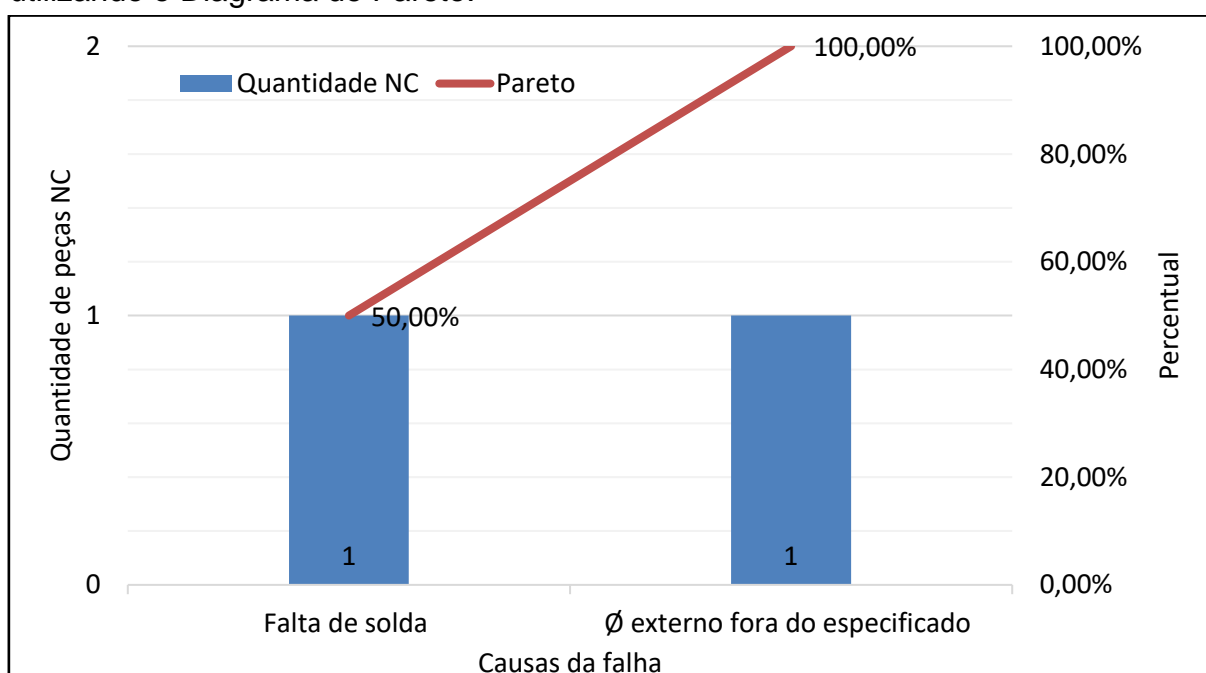
Figura 14 - Causas de falhas mais encontradas em peças PÇ03 e percentual representativo utilizando o Diagrama de Pareto.



Fonte: Autora (2023).

Na PÇ01 temos 2 problemas (figura 15), que são defeitos relacionados a solda da peça e, um novo modo de falha, que não foi encontrado nas demais peças, que está relacionado ao diâmetro externo da peça soldada.

Figura 15 - Modos de falhas na fabricação da peça PÇ01 e percentual representativo utilizando o Diagrama de Pareto.



Fonte: Autora, (2023).

Após esta breve análise, podemos notar que um mesmo modo de falha se repete nas três peças, se tornando relevante pela alta ocorrência. Utilizando os dados observados nos Diagramas de Pareto apresentados anteriormente, foi possível observar as falhas para determinar a priorização para solução, onde constatou-se que os problemas com maior relevância são a oxidação de peças e a solda fora do especificado.

A soldagem é uma fase crítica e crucial na manufatura de componentes, e durante este processo, podem surgir falhas que, se não identificadas, podem comprometer a qualidade e confiabilidade do produto final (FILHO; GONZALEZ, 2017). É de grande importância também ressaltar que para executar o processo de soldagem, é essencial que o profissional possua não apenas habilidades práticas, mas também conhecimento dos parâmetros técnicos estabelecidos em normas regulamentadoras e desenhos (FARIAS et al., 2023).

Partindo do princípio que a solda dos itens escolhidos é realizadas de forma manual, podemos atrelar esses erros a mão de obra. Dados semelhantes foram encontrados no trabalho de Farias (2023), que realizou uma avaliação de falhas encontradas em soldas por meio de verificação visual, constatando que alguns defeitos são decorrentes da incorreta aplicação das técnicas de soldagem por parte do profissional que as realiza.

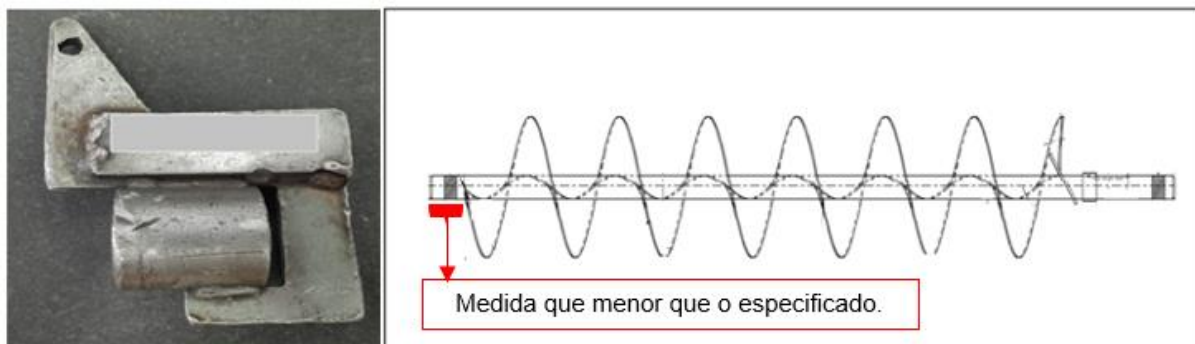
No quadro 1 são apresentados os resultados detalhados da avaliação das peças analisadas. Observa-se que todas as peças analisadas apresentaram vários problemas no desenho técnico e, a peça PÇ01 apresentou dois defeitos distintos das demais, sendo um deles, a distância dos sem-fim ao início da bucha do lado esquerdo da peça menor que o especificado, onde através de uma avaliação crítica do problema foi possível identificar que a origem estava no gabarito utilizado para corte da rosca (figura 16).

Quadro 1 - Resultados encontrados ao realizar a análise das peças PÇ01, PÇ02, PÇ03.

Referência	Rosca direita e ou esquerda	Avaliação do desenho técnico	Medida do início do eixo até a rosca sem fim - lado esquerdo	Medida do início do eixo a rosca sem fim - lado direito	Diâmetro externo	Solda
1 - PÇ01	Direita	<p>1.1 - Desenho não apresentava medida da ponta do eixo até o início da rosca sem fim no lado esquerdo.</p> <p>1.2 - Simbologia de solda do reforço apresentava divergências entre notas e indicações no desenho, pelo desenho indicava-se vários cordões de solda ao redor do reforço soldado e nota indicava cordões contínuos, que seria a forma correta.</p> <p>1.3 - Simbologia de solda do sem fim indicava solda do lado do fluxo dos grãos, nota da mesma dizia para soldar ao contrário do fluxo dos grãos, nota estava correta.</p> <p>1.4 - Desenho da peça soldada não constava tolerância para diâmetro externo.</p> <p>1.5 - Desenho do conjunto soldado não apresentava medida e tolerância do passo da rosca sem fim.</p> <p>1.6 - Notas do desenho estão em inglês, o que dificulta a interpretação do mesmo.</p>	Não conforme, medida estava abaixo da tolerância mínima, avalio-se o gabarito de montagem da área, o mesmo apresentava pequenos amassados o que interferiu no dimensional da peça soldada	OK	Diâmetro externo apresentou variações e estava maior que as especificações estabelecidas em desenho, as mesmas foram encaminhadas para retrabalho.	OK
2 - PÇ02	Direita	<p>2.1 - Desenho não apresentava medida da ponta do eixo até o início da rosca sem fim no lado esquerdo.</p> <p>2.2 - Desenho da peça soldada não constava tolerância para diâmetro externo.</p> <p>2.3 - Desenho do conjunto soldado não apresentava medida e tolerâncias do passo da rosca sem fim.</p> <p>2.4 - Algumas notas do desenho estão em inglês, o que dificulta a interpretação do mesmo.</p>	OK	OK	OK	OK
3 - PÇ03	Direita	<p>2.1 - Desenho não apresentava medida da ponta do eixo até o início da rosca sem fim no lado esquerdo.</p> <p>1.6 - Notas do desenho estão em inglês, o que dificulta a interpretação do mesmo.</p> <p>1.4 - Desenho da peça soldada não constava tolerâncias para diâmetro externo.</p> <p>1.5 - Desenho do conjunto soldado não apresentava medida e tolerância do passo da rosca sem fim.</p>	OK	OK	OK	OK

Fonte: Autora, (2023).

Figura 16 - Gabarito usado para garantir a cota e local onde ela é localizada na peça PÇ01.



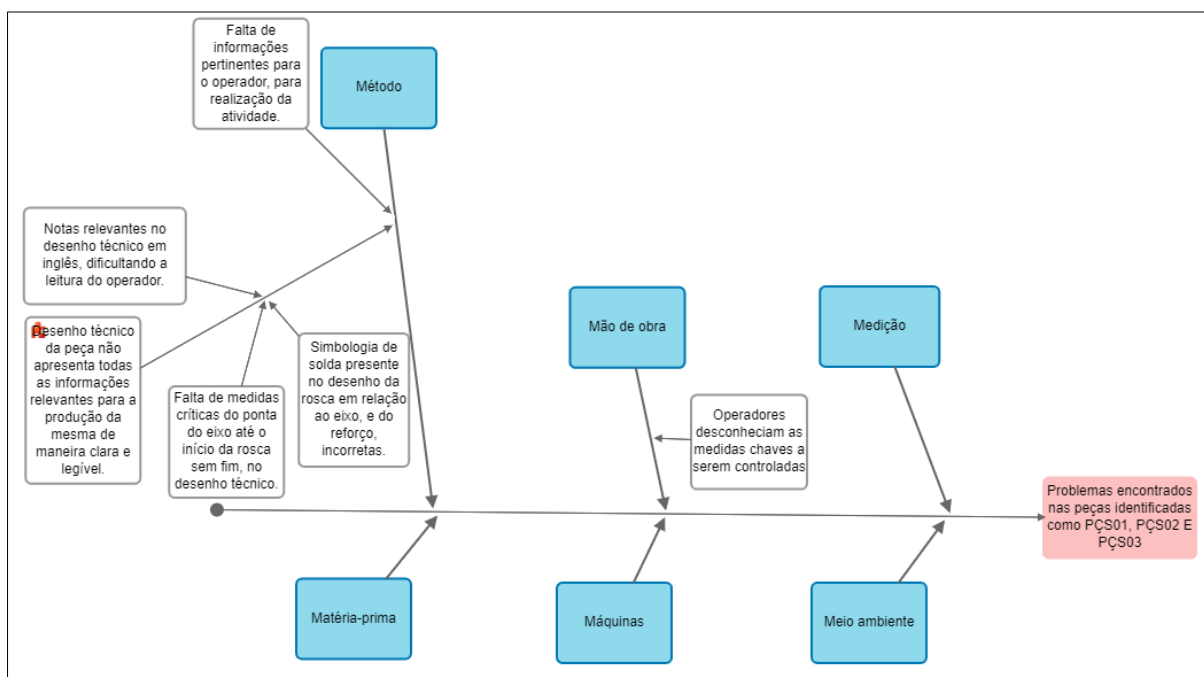
Fonte: Autora, (2023).

O segundo problema da PÇ01, está relacionado ao dimensional de diâmetro externo e, por se tratarem de casos pontuais, já estão sendo tratados pela empresa e não serão abordados neste estudo.

Em todas as peças analisadas podemos notar causas de falha que se repetem nos três itens, sendo elas, a falta de medidas inclusas no desenho do conjunto soldado, consideradas críticas para a montagem e suas tolerâncias, como medida da ponta do eixo ao início do sem fim e diâmetro externo, além de outros parâmetros evidenciados no desenho técnico, como simbologia de solda incorreta, notas e texto em inglês, o que dificulta a interpretação do operador no momento da montagem na linha de solda.

Baseando-se nos principais problemas encontrados, foi montada a chamada “Espinha de Peixe”, conforme figura 17.

Figura 17 – Análise “Espinha de Peixe” baseada nos principais problemas encontrados.



Fonte: Autora (2023).

Através deste levantamento podemos notar várias possíveis causas dos problemas relacionadas, como a falta de informação ou inconsistência delas no desenho técnico ou a falta das medidas críticas, sendo constatado que nem sempre os operadores realizavam os trâmites (cálculos) necessários para identificar tais medidas, assim, as peças acabavam por passar para a próxima etapa sem a devida conferência. Por fim, podemos notar que o maior problema está na qualidade e eficácia das informações presentes no desenho técnico, vinculadas a este modo de falha foi aplicado o “Método dos 5 Porquês”, conforme quadro 2.

Segundo Menezes & Tarrento (2023), a utilização de algumas técnicas como o diagrama de Ishikawa, também conhecida como espinha de peixe, 5W2H e Brainstorming usadas para otimizar um processo de usinagem, apresentou resultados significativos, resultando em uma redução de 70% no desperdício de material e um aumento de 112% nos lucros.

Quadro 2 - Método dos 5 porquês” aplicado aos problemas presentes no desenho técnico.

5 PORQUÊS									
CAUSA	PORQUE 1	PORQUE 2	PORQUE 3	PORQUE 4	PORQUE 5	REQUER TESTE DE HIPÓTESE	RESPONSÁVEL	É CAUSA RAIZ	
DESENHO TÉCNICO DA PEÇA NÃO APRESENTA TODAS AS INFORMAÇÕES RELEVANTES PARA A PRODUÇÃO DA MESMA, DE FORMA MANEIRA CLARA E LEGÍVEL	NEM TODAS AS INFORMAÇÕES RELEVANTES CONSTAVAM NO DESENHO E ALGUMAS SE APRESENTAVAM DE FORMA INCONSISTENTE	NÃO FOI PREVISTO QUE ESTA QUESTÃO AFETARIA A PRODUÇÃO	DESENHO NÃO FOI REVISADO DE FORMA CRÍTICA ANTES DE SER REPASSADO PARA OS OPERADORES	DEVIDO A INDISPONIBILIDADE E DE TEMPO PARA REALIZAR A REVISÃO DE TODOS OS DESENHOS DISPONÍVEIS		DEVIDO A ALTA DEMANDA E DIVERSIDADE DE PEÇAS	NÃO	ENGENHARIA	SIM
NOTAS RELEVANTES NO DESENHO TÉCNICO EM INGLÊS, DIFICULTANDO A LEITURA DO OPERADOR	NÃO FOI PREVISTO QUE NOTAS EM INGLÊS PODESSEM AFETAR A PRODUÇÃO DOS ITENS	NÃO FOI PREVISTO QUE O OPERADOR PODE NÃO POSSUIR O CONHECIMENTO NECESSÁRIO DA LÍNGUA INGLESA PARA ENTENDER AS NOTAS.	OPERADORES EM SUA MAIORIA ENTENDEM SOMENTE PORTUGUÊS				NÃO	ENGENHARIA	NÃO
SIMBOLOGIA DE SOLDA PRESENTE NO DESENHO DA ROSCA EM RELAÇÃO AO EIXO E DO REFORÇO INCORRETAS.	NÃO FOI PREVISTO QUE A FALTA DESTE DIMENSIONAL ESPECÍFICO PODERIA AFETAR A QUALIDADE DA PEÇA PRONTA	DESENHO NÃO FOI AVALIADO DE FORMA CRÍTICA E PRÁTICA ANTES DE CHEGAR AO OPERADOR	DEVIDO A ALTA DEMANDA E DIVERSIDADE DE PEÇAS				NÃO	ENGENHARIA	NÃO

Fonte: Autora, (2023)

Após análise do “Método dos 5 Porquês” aplicado às possíveis causas, podemos notar que existe uma falha com relação a qualidade de informações repassadas através do desenho técnico da peça, devido a alta demanda e diversidade de itens produzidos, sendo que estes problemas podem ser resolvidos de forma simples, através de pequenos ajustes nos desenhos.

De acordo com Turner (2008), um aspecto crucial na fase de análise é a identificação das causas potenciais e da causa raiz. Isso é fundamental para evitar a alocação de esforços e recursos em causas que, embora sejam possíveis, não são a causa real do problema. Uma ferramenta muito importante nessa fase é o método dos 5 Por quês, que permite separar as causas dos efeitos por meio de múltiplas perguntas. Essa abordagem contribui significativamente para a formulação de suposições prováveis.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em todas as peças analisadas foram identificadas a falta de medidas inclusas no desenho técnico do conjunto soldado, consideradas críticas para a montagem e suas tolerâncias, como medida da ponta do eixo ao início do sem fim e diâmetro externo, simbologia de solda incorreta, notas e texto em inglês, o que dificulta a interpretação do operador no momento da montagem na linha de solda. Além disso, na peça PÇ01 foi identificado dois defeitos distintos das demais, sendo a distância dos sem-fim ao início da bucha do lado esquerdo menor que o especificado e, um erro dimensional de diâmetro externo.

Os gabaritos analisados estavam atendendo as medidas dispostas em desenho, com exceção de um em específico que é utilizado para corte da rosca sem fim na peça PÇ01, que foi encaminhado para revisão.

Utilizando os dados observados nos Diagramas de Pareto foi possível observar as falhas para determinar a priorização para solução, onde constatou-se que os problemas com maior relevância são a oxidação de peças e a solda fora do especificado.

Com a utilização do Diagrama de Ishikawa foi possível determinar a quais as possíveis causas dos problemas encontrados, que estão em sua maioria vinculadas ao método de fabricação, voltada ao quesito informação para a realização das atividades.

Após análise do “Método dos 5 Porquês” aplicado às possíveis causas, podemos notar que existe uma falha com relação a qualidade de informações repassadas através dos desenhos técnicos das peças, devido à alta demanda e diversidade de itens produzidos, sendo que estes problemas podem ser resolvidos de forma simples, através de pequenos ajustes nos desenhos técnicos das peças.

Portando, os problemas citados anteriormente relacionados a oxidação e gabarito, foram solucionados de forma imediata, com os devidos ajustes no gabarito e retrabalho de peças que apresentaram oxidação. Já os demais defeitos relacionados a qualidade de informação disposta em desenho demandam maior tempo para correção sendo necessário a intervenção e aprovação do setor de Engenharia, para que os mesmos sejam ajustados.

## REFERÊNCIAS

ÁVILA, R. (2015). Diagrama de Ishikawa: o que é e como fazer. Disponível em: <https://blog.luz.vc/o-que-e/diagrama-de-ishikawa/>.

BORBA, B.G.; SANTOS, G. K.; MENERT, L. F.N. (2021). Redução de Custo no Processo de Subcontratação de uma Empresa Multinacional Alemã. Disponível em: <https://repositorio.unipe.edu.br/jspui/bitstream/123456789/3476/1/58%20%281%29.pdf>.

BUENO, Á. A.; FALCÃO, B. C.; FONSECA, B. S.; ALVES, J. R. R.; CHAVES, L. O.; FILHO, R. A. S. (2013). Ciclo PDCA. Disponível em: [https://www.luisguilherme.com.br/download/ENG1530/TurmaC04/G07-Ciclo\\_PDCA.pdf](https://www.luisguilherme.com.br/download/ENG1530/TurmaC04/G07-Ciclo_PDCA.pdf).

CARDOZO, C. C.; WIEMES, L. ANÁLISE DOS PROCESSOS DE PEDIDO DE COMPRA ATRAVÉS DA GESTÃO DA QUALIDADE. Revista Conhecimento Interativo, São José dos Pinhais, PR, v. 7, n. 1, p. 03-15, jan./jun. 2013.

CARPINETTI, L.C.R. Gestão da Qualidade: Conceitos e Técnicas. 2a edição. São Paulo: Editora Atlas S.A. 2012.

CARVALHO, Henrique. O ciclo PDCA: um framework de gestão de qualidade. Vida de Produto. 25 ago. 2020. Disponível em: <https://vidadeproduto.com.br/ciclo-pdca/>.

DEMING, W. E. Qualidade: a revolução da administração. Rio de Janeiro: Marques Saraiva, 1990.

FARIA, I. C. S.; FILLET, R. A. P.; OLIVEIRA, M. C.; HELLENO, A. L. (2023). Avaliação e seleção de processo de soldagem em uma empresa do setor metalúrgico por meio de métodos de tomada de decisão multicritério. *Exacta*. <https://doi.org/10.5585/2023.21649>.

FERREIRA, C. S. C.; SALGADO, M. S. (2007). IMPACTO DA ISO 9001:2000 NOS ASPECTOS GERENCIAIS DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA: ESTUDO DE CASO EM EMPRESAS CERTIFICADAS. *Gestão & Tecnologia De Projetos*, 2(1), 79-102. Disponível em: <https://doi.org/10.4237/gtp.v2i1.31>.

FILHO, A. J. B.; GONZALEZ A. R. Estudo dos Parâmetros de Polaridade Negativa na Soldagem MIG/MAG Polaridade Variável para Revestimento. *Soldagem & Inspeção*. 2017;22(1):46-58. <http://dx.doi.org/10.1590/0104-9224/SI2201.06>.

JUNIOR, C. C. M. F. J. Aplicação da Ferramenta da Qualidade (Diagrama de Ishikawa) e do PDCA no Desenvolvimento de Pesquisa para a reutilização dos Resíduos Sólidos de Coco Verde. *INGEPRO – Inovação, Gestão e Produção* Setembro de 2010, vol. 02, no. 09 ISSN 1984-6193, [www.ingepro.com.br](http://www.ingepro.com.br).

LOBO, R. N. Gestão da Qualidade. 2ª edição – São Paulo, 2020, 216p.

MAINARDES, E. W.; LOURENÇO, L.; TONTINI, G. Percepções dos Conceitos de Qualidade e Gestão pela Qualidade Total: estudo de caso na universidade. Revista Gestão.Org – 8 (2):279-297 – Mai/Ago 2010.

MARIANI, C.A. MÉTODO PDCA E FERRAMENTAS DA QUALIDADE NO GERENCIAMENTO DE PROCESSOS INDUSTRIAIS: UM ESTUDO DE CASO RAI - Revista de Administração e Inovação, vol. 2, núm. 2, 2005, pp. 110-126, Universidade de São Paulo São Paulo, Brasil.

MATSUMOTA, L. UTILIZANDO 5 PORQUÊS (5-WHY) NA ANÁLISE DA CAUSA RAIZ DE SISTEMAS TI. Disponível em: <https://leonardo-matsumota.com/2018/04/25/utilizando-5-porques-5-why-na-analise-da-causa-raiz-de-sistemas-ti/>.

MENESES, D. F.; TARRENTO G. E. APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE PARA MELHORIA EM FABRICAÇÃO DE PEÇAS DE FERRO FUNDIDO. Revista Fatec v. 14, n. 1 (2023). Disponível em: <http://www.revista.fatecbt.edu.br/index.php/tl/article/view/885>.

NETO, A.C.; SILVA, J.G. (2013). A CONSTRUÇÃO HISTÓRICA DO PARADIGMA DA QUALIDADE TOTAL NO CAMPO EMPRESARIAL E A SUA TRANSPLANTAÇÃO PARA O CAMPO EDUCACIONAL. Revista Contexto & Educação, 16(62), 7–30. <https://doi.org/10.21527/2179-1309.2001.62.7-30>

OAKLAND J. S. Gerenciamento da qualidade total. NBL editora, 1994, 459 p.

OLIVEIRA, S. M. O.; SILVA, C. T.; BRANDÃO, E. M. (2022). Ciclo PDCA . Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/716521/2/Ciclo%20PDCA.pdf>.

PISONI, A.; BOLIGON; J. A. R.; MEDEIROS, F. S. B.; DENARDIN E. S.; MURINI, L. T. METODOLOGIA SERVQUAL: UMA FERRAMENTA PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SERVIÇOS EM UMA EMPRESA DE COMERCIALIZAÇÃO DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS. Revista Gestão Industrial, v. 09, n. 03: p. 593-622, 2013. D.O.I: 10.3895/S1808-04482013000300004

SALES, M. Diagrama de Pareto. EALDE Business School: 2013.

SANTOS, H. N.; GEHRKE, G. A.; OLIVEIRA, A. C. C. REVESTIMENTO PARA ROSCAS HELICOIDAIS AGRÍCOLAS A BASE DE CRC DEPOSITADO VIA HVOF POSTERIORMENTE IRRADIADAS COM LASER DE ND YAG E DE CO<sub>2</sub>\*. In: 73º Congresso Anual da ABM, São Paulo, 2018, p. 1273-1283. DOI 10.5151/1516-392X-31621.

SETLIK, F. Como o Diagrama de Pareto auxilia na gestão do projeto. Site Qualityteam. Disponível em: <https://qualityteam.com/pb/blog/como-as-ferramentas-da-qualidade-ajudam-a-gestao-do-projeto-diagrama-de-pareto/>.

SILVA, A. S. B.; BERNARDO, A. C. F.; RIBEIRO, D.; MARIER, J. B. A.; BELLINE, Y.P. (2016). Qualidade Total: Os princípios de Deming em uma multinacional. Disponível em: [https://abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STP\\_227\\_328\\_29587.pdf](https://abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_227_328_29587.pdf).

SOUSA, A. A. E. (2022). ANÁLISE DA CORROSÃO EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO EM UMA PRAÇA DO ALTO OESTE POTIGUAR. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/server/api/core/bitstreams/af9e8224-b843-4201-9951-af0e79f16f1d/content>.

SUGO, A. O método Deming de administração: W.Edwards Deming, o gênio americano que revitalizou a indústria japonesa. Rev. adm. empres. 29 (4) • Dez 1989. <https://doi.org/10.1590/S0034-75901989000400009>.

TANABE, A.M. (2012). IMPLANTAÇÃO PARCIAL DO SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE BASEADO NA ABNT NBR ISO 9001:2008, EM UMA EMPRESA METALÚRGICA. Disponível em: [https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6864/2/CM\\_COEAM\\_2012\\_2\\_02.pdf](https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6864/2/CM_COEAM_2012_2_02.pdf).

TERNER, G.L.K. Avaliação da aplicação dos métodos de análise e solução de problemas em uma empresa metal-mecânica. Porto Alegre, 2008. 33- 55p. Disponível em <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/23437/23437.PDF>

VIAN, C. E. F.; JÚNIOR A. M. A.; BARICELO, L. G.; SILVA, R. P. (2013). Origens, evolução e tendências da indústria de máquinas agrícolas. Rev. Econ. Sociol. Rural 51 (4) • Dez 2013. <https://doi.org/10.1590/S0103-20032013000400006>.

VIEIRA, K. F.; SHITARA, E. S.; MENDES, M.E. (2011). A utilidade dos indicadores da qualidade no gerenciamento de laboratórios clínicos. <https://doi.org/10.1590/S1676-24442011000300002>.

WERNKE, R.; BORNIA, A. C. Considerações acerca dos Conceitos e Visões sobre os Custos da Qualidade. Revista Da FAE, 3(2). Disponível em: <https://revistafae.fae.edu/revistafae/article/view/502>.

ZUCARELI, F. H.; CAVALCANTI T. M. C. Ciclo PDCA: Uma Revisão de Literatura. Disponível em: [https://repositorio.pgskroton.com/bitstream/123456789/53903/1/FLAVIO\\_ZUCARELI.pdf](https://repositorio.pgskroton.com/bitstream/123456789/53903/1/FLAVIO_ZUCARELI.pdf).